

大腿骨転子部発生骨腫瘍への最適骨生検経路の探索 有限要素モデル (FEM) による検討

著者	林 耕宇
号	88
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	医博第3837号
URL	http://hdl.handle.net/10097/00126303

氏名	はやし こうう 林 耕宇
学位の種類	博士(医学)
学位授与年月日	平成31年3月27日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項
研究科専攻	東北大学大学院医学系研究科(博士課程)医科学 専攻
学位論文題目	大腿骨転子部発生骨腫瘍への最適骨生検経路の探索 有限要素モデル(FEM)による検討
論文審査委員	主査 教授 井樋 栄二 教授 館 正弘 教授 辻 一郎

論文内容要旨

【背景】

大腿骨近位部は、主に小児および青年に見られる動脈瘤性骨嚢胞および単嚢胞性骨嚢胞などの良性の嚢胞性病変の好発部位の1つである。これらの病変の治療戦略を決定するためには、骨生検による病理組織学的診断が必須である。骨生検は侵襲的検査であり、生検部位での骨折は、稀ではあるが深刻な合併症の一つである。しかし、大腿骨近位部病変の骨生検については、腫瘍播種のリスクや、生検後の手術方法の観点から股関節外側面からの骨生検が推奨されているのみであり、骨生検の部位や大きさと骨生検後の骨折リスクの関係について詳細に検討した報告はみられない。

有限要素法(Finite Element Method、以下FEM)は、連続体の構造解析に用いられる近似的解法の一つである。整形外科学分野においても、骨のコンピュータ断層撮影(CT)から骨密度の分布から弾性率および圧縮強度を推定した有限要素法(CT-FEM)モデルが骨の構造解析や強度予測などに広く利用されている。

【目的】

本研究の目的は、CT-FEM解析を用いて大腿骨近位部における骨生検の骨強度への影響を検討し、骨強度への影響が最小となる骨生検経路を明らかにすることである。

【対象と方法】

本研究では、男性骨腫瘍患者(15歳~38歳)6名の健側の大腿骨CTデータ(スライス厚0.8~1.0 mm)を使用した。全てのCT撮影はカルシウムハドロキシアパタイト校正ファントム(B-MAS 200、Fuji Rebio、Tokyo、Japan)とともに行った。Mechanical Finderソフトウェア(バージョン8.0)を使用してCTデータから大腿骨の3次元CT-FEMモデルを作成した。大腿骨近位部を大腿骨頸部軸を基準として水平方向で0°、45°、90°、135°、180°の5つの角度方向と、頭尾側方向でレベル(Lv.1 大転子中央、Lv.2 大転子下端、Lv.3 小転子近位1/2、Lv.4 小転子遠位1/2、Lv.5 小転子下端)の5つの高位に区分し、合計25通りの生検経路を設定した。骨生検をシミュレートするため、各生検経路からの3つの異なる直径(10,15,20 mm)の円筒形の骨欠損を作成した。遠位部を拘束した大腿骨モデルに、大腿骨頭に仮想荷重を10.2 kgf(100 N)毎に骨折が発生するまで漸増させ、骨折が発生するときの荷重(骨折荷重)を解析した。

【結果】

骨生検直径15 mmで角度方向90°のLv.4とLv.5で平均22%、骨生検直径20 mmで角度方向90°のLv.3からLv.5で平均33~44%、有意差をもって平均骨折荷重が低下した。Lv.1とLv.2

(書式12)

では、すべての角度方向、骨欠損の直径で平均骨折荷重の有意な低下はみられなかった。

【考察と結論】

大腿骨外側、小転子高位からの直径 15 mm 以上の骨生検は生検後の骨折強度を低下させる可能性が示唆された。一方、大転子部からの骨生検は直径 20 mm であっても明らかな骨折強度の低下はみられなかった。大転子周囲の滑液包汚染による腫瘍の播種を防ぎつつ、骨折強度への影響を最小限に抑える骨生検法として大転子下端高位、前方～外側方向からの骨生検が考えられた。

審 査 結 果 の 要 旨

博士論文題目 大腿骨転子部発生骨腫瘍への最適骨生検経路の探索 有限要素モデル(FEM)による検討

所属専攻・分野名 医科学専攻 ・ 整形外科学分野

学籍番号 B3MD5095 氏名 林 耕宇

研究の要旨：本研究は、CT-FEM 解析を用いて大腿骨近位部における骨生検の骨強度への影響を検討し、骨強度への影響が最小となる骨生検経路を明らかにすることが目的である。CT データから大腿骨の 3 次元モデルを作成し、合計 25 通りの生検経路を設定して、骨折が発生するときの荷重（骨折荷重）を解析した。結果、大腿骨外側、小転子高位からの直径 15 mm 以上の骨生検は生検後の骨折強度を低下させる可能性が示唆された。一方、大転子部からの骨生検は直径 20 mm であっても明らかな骨折強度の低下はみられなかった。大転子周囲の滑液包汚染による腫瘍の播種を防ぎつつ、骨折強度への影響を最小限に抑える骨生検法として大転子下端高位、前方～外側方向からの骨生検が考えられた。

斬新さ：今までに大腿骨近位部について骨生検によって生じる骨欠損の部位、大きさと骨強度の関係を研究した報告はない。本研究は、CT-FEM 解析を用いて大腿骨近位部における骨生検の骨強度への影響を検討し、生検後の骨折リスクも考慮した骨生検経路のプランニングを可能にするという点で斬新さを有している。

重要性：骨生検は侵襲的検査であり、生検部位での骨折は、稀ではあるが深刻な合併症の一つである。しかし、大腿骨近位部病変の骨生検については、腫瘍播種のリスクや、生検後の手術方法の観点から股関節外側面からの骨生検が推奨されているのみであり、骨生検の部位や大きさと骨生検後の骨折リスクの関係について詳細に検討した報告はみられない。腫瘍播種のリスクや生検後骨折のリスクを考慮した骨生検経路のプランニングは、患者の予後や術後の QOL につながり、本研究はその足がかりとなる重要な研究と言える。

実験方法の正確性：実験は周到に練られた計画のもとに行われ、再現性、正確性が高いと考えられる。また、得られたデータの統計処理も適切になされており、信頼性の高い研究である。

表現の明瞭さ：これまでの問題点を明確に指摘し、研究目的、方法、実験結果、考察を簡潔、明瞭に記載していると考ええる。

よって、本論文は博士（医学）の学位論文として合格と認める。